



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Mark Vasin

**FUNGITSIIDI AMISTAR MÕJU JOOKSIKLASTE
LIIKUMISAKTIIVSUSELE JA TOITUMISELE**
*EFFECTS OF FUNGICIDE AMISTAR ON CABARBID BEETLE'S
MOBILITY AND NUTRITION*

Bakalaureusetöö
Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: Anne Must, *PhD*

Karin Nurme, PhD

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Mark Vasin		Õppekava: Põllumajandusesaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Fungitsiidi Amistar mõju jooksiklaste liikumisaktiivsusele ja toitumisele			
Lehekülgi: 26	Jooniseid: 3	Tabeleid: 0	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Taimeterwise õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Entomoloogia, taimede parasitoloogia (B250); loomaetoloogia ja psühholoogia (B380); agrookeemia (B434) Juhendaja(d): Anne Must PhD, Karin Nurme PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Eesti Maaülikool, 2021			
<p>Fungitsiidide toime kasulikele röövlüliljalgsetele üldjuhul pole letaalne, vaid subletaalne. Selle tulemusena võib väheneda jooksiklaste arvukus ning nende biotõrjeline efektiivsus. Siiani on fungitsiidide mõju kasurputukatele väga vähe uuritud, ning enamasti on uuritud vaid suremust ja koosmõju teiste taimekaitsevahenditega. Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada fungitsiidi Amistar mõju metsa-süsijooksiku (<i>P. oblongopunctatus</i>) lokomotoorsele (läbitud teepikkus) ja toitumise aktiivsusele (toiduala külastuste arv ja tarbitud toidu kogus). Katsed viidi läbi asoksüstrobiinil põhineva fungitsiidi Amistar juhendil olevate kasutusnormide minimaalse (0,25 g/L) ja maksimaalse (1,25 g/L) kontsentratsioonidega ja destilleeritud veega. Mardikate mõjutamiseks kasutati sissekastmismeetodit, kestvusega 5 sekundit. Jooksiklaste käitumist filmiti veebikaamera abil pärast esimest töötlust. Filmimine kestis kaks päeva, 2 tundi päevas ilma toiduta ja toiduga. Erinevate parameetrite töötlemiseks ja analüüsimiseks kasutati EthoVision XT Version 11 ja STATISTICA 13. Uurimistöö tulemused näitasid, et fungitsiidi asoksüstrobiinil põhinev fungitsiid Amistar omab märkimisväärset mõju jooksiklaste lokomotsioonile ja toitumisele. Vahetult pärast fungitsiidiga töötlust muutusid mardikad hüperaktiivseks. Nõrgema ja tugevama fungitsiidi kontsentratsiooniga töödeldud jooksiklaste läbitud teepikkus 6,1 m ja 8,8 m, mis on 2,0 ja 2,9 korda pikem vahemaa kui kontrollrühma mardikatel. Teisel päeval jooksiklased taastusid ja käitusid sarnaselt kontrollrühma mardikatega. Kõigi mardikarühmade läbitud teepikkus oli keskmiselt 1,8 m. Tugevama kontsentratsiooniga mõjutatud mardikatele mõjus fungitsiid toitumisele pärssivalt teisel päeval, jooksiklased tarbisid 1,64 korda vähem toitu, kui kontroll- ja nõrgema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad. Esimesel päeval tarbisid kõik rühmad statistiliselt võrdse koguse toitu. Toiduala külastuste arv näitas esimesel päeval, et fungitsiidiga töödeldud rühmade mardikad külastasid toiduala keskmiselt 15 korda rohkem, kui kontroll mardikad (keskmiselt külastati 2,08 korda), mis võis olla tingitud jooksiklaste hüperaktiivsusest. Mida polnud näha katse teisel päeval, kus külastuste arv statistiliselt ei erinenud kontroll mardikatest (keskmiselt 2,78 külastust), mis võis olla tingitud sellest, et hüperaktiivsus taandus. Selliste muutuste tagajärg põhikäitumises võib väheneda jooksiklaste biotõrjelist efektiivsust.</p>			
Märksõnad: asoksüstrobiin, lokomotsioon, toitumisaktiivsus, metsa-süsijooksik			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Mark Vasin		Curriculum: Production and marketing of agricultural products	
Title: Effects of fungicide Amistar on cabarbid beetle's mobility and nutrition			
Pages: 26	Figures: 3	Tables: 0	Appendixes: 1
Department / Chair: Chair of Plant Health Field of research and (CERC S) code: Entomology, plant parasitology (B250); animal ethology and psychology (B380); agrochemistry (B434) Supervisors: Anne Must PhD, Karin Nurme PhD Place and date: Estonian University of Life Sciences, 2021			
<i>The effect of fungicides on beneficial arthropods is generally not lethal but sublethal. This may reduce the number of cabarbid beetle's and their bio-control performance. To date, the effects of fungicides on beneficial insects have been very little studied, and the interactions with other plant protection products are known to be definite. The objectives of this study were to explain the effect of the fungicide Amistar on the locomotor (distance traveled) and dietary regulation (number of visits to the food area and amount of food consumed) of Pterostichus oblongopunctatus. The experiments were performed with the minimum (0.25 g / L) and maximum (1.25 g / L) concentrations of the azoxystrobin-based fungicide according to the Amistar guidelines and with distilled water. An immersion method lasting 5 seconds was used to affect the beetless. The behavior of the beetle's was filmed with a webcam after the first treatment. Filming lasted two days, 2 hours a day without food and with food. EthoVision XT Version 11 and STATISTICA 13 were used to process and analyze the various parameters. Immediately after fungicide treatment, the beetless became hyperactive. The distance traveled by runners treated with a weaker and stronger fungicide concentration was 6.1 m and 8.8 m, which is 2.0 and 2.9 times longer than the control beetle's. On the second day, the beetle's recovered and behaved similarly to the control beetle's. The average distance traveled by all beetle groups was 1.8 m. For beetle's affected by higher concentrations, the fungicide had an inhibitory effect on diet on the second day, with runners consuming 1.64 times less food than beetless treated with weaker concentrations and control. On the first day, all groups consumed a statistically equal amount of food. The number of food site visits on the first day showed that beetles from the fungicide-treated groups visited the food area on average 15 times more than control beetles (2.08 times on average), which may be due to hyperactivity. What was not seen on the second day of the experiment, where the number of visits was not statistically different from the control beetle's (average 2.78 visits), which may be due to the reduction in hyperactivity. The effect of such changes in basic behavior may be to reduce the biocontrol effectiveness of runners.</i>			
Keywords: azoxystrobin, locomotor, dietary regulation			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1. Integreeritud taimekaitse tähtsus	7
1.1.1. Fungitsiidide kasutamine põllumajanduses.....	7
1.1.2. Fungitsiid asoksüstrobiin.....	8
1.2. Fungitsiidide mõju lüljalgsetele	9
1.3. Jooksiklaste taimekaitseline tähtsus	10
2. MATERJAL JA METOODIKA	12
2.1. Katseloomad.....	12
2.2. Fungitsiid Amistar.....	12
2.3. Katse kirjeldus.....	12
2.3.2. Mardikatte toitumis- ja lokomotoorse aktiivsuse mõõtmine.....	13
2.4. Andmete analüüs	13
3. TULEMUSED.....	14
3.1. Fungitsiidi mõju jooksiklaste lokomotoorsele aktiivsusele	14
3.2. Fungitsiidi mõju jooksiklaste toitumisaktiivsusele	15
4. ARUTELU	18
KOKKUVÕTE.....	20
KASUTATUD KIRJANDUS	22
LISAD	27

SISSEJUHATUS

Euroopa Liidu tasandil on kehtestatud eesmärk vähendada senise intensiivse põllumajanduse tootmist, asendades seda keskkonnasäästlike põllumajandusvõtete kasutamisega ehk integreeritud taimekaitse viljelusviisidega, mis rikuks võimalikult vähe agroökosüsteeme ning soodustaks taimekahjustajate looduslikke tõrjemeetmeid, kuna põldudel puutuvad pestitsiididega kokku ka kasulikud röövtoidulised putukad, millega ohustakse nende liigirikkust [1].

Jooksiklaste arvukus võib varieeruda väga laiades piirides: olenevalt aastaajast, põldude asukohast, kasvatatavast kultuurist, toiduressursside olemasolust, põllu majandamisviisist jms. Taimekaitse seisukohalt pakuvad jooksiklased ahvatlevat ja arvestatavat keskkonnateenust mahepõllunduse edendamisel, tänu oma suurele arvukusele ja suurele söögiisule on nad väga tähtsad kahjurite arvukuse vaoshoidjad põldudel [1]. Põllu pinnal elavad ja tegutsevad mardikad võivad kokku puutuda fungitsiididega kolmel viisil - läbi otsese kontakti ehk pritsimisvedeliku piiskadega, läbi kaudse kontakti ehk saastunud mulla- või taimeosakestel liikudes või läbi toidu ehk süües saastunud toitu, umbrohuseemneid või kahjureid [2]. Fungitsiidide toime kasulikele röövlülilalgsetele üldjuhul pole letaalne, vaid võib olla subletaalne ehk võib avaldada otsest või kaudset mõju jooksiklaste füsioloogiale ja käitumisele. Selle tulemusena võib väheneda jooksiklaste arvukus ning nende biotõrjeline efektiivsus [2].

Sellised põhikäitumised nagu lokomotoorne- ja toitumisaktiivsus, termoregulatsiooni efektiivsus jt. on väärtuslikud biomarkerid putukate toksilise stressi hindamisel, seoses sellega, et nad peegeldavad suurt hulka organismis toimuvaid biokeemilisi ja füsioloogilisi protsesse [2]. Siiani on fungitsiidide mõju kasurputukatele väga vähe uuritud, ning enamasti on uuritud vaid suremust ja koosmõju teiste taimekaitsevahenditega. Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli selgitada fungitsiidi Amistar mõju röövtoidulise metsa-süsijooksiku *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera: Carabidae) lokomotsioonile ja toitumisaktiivsusele.

Käesoleva uurimistöö hüpoteesid olid:

- 1) taimekaitsevahend Amistar kutsub esile muutusi röövtoidulise metsa-süsijooksiku lokomotoorses aktiivsuses.

2) taimekaitsevahendil Amistar on pärssiv mõju röövtoidulise metsa-süsijooksiku toitumisaktiivsusele.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Integreeritud taimekaitse tähtsus

Üle kogu maailma on integreeritud taimekaitse (ITK) poliitiline otsus. Kuus dekaadi on möödunud ajast, mil USA, Kanada ja mõnes Euroopa piirkonnas olid kahjuritõrjealased uurimistöö künnisteooria ja harmooniliste tõrjestrategiate väljatöötamine [3]. 1970ndatel algas arengumaades töö ITK-tehnoloogiate väljatöötamise ja valideerimise alal. Maailmas on viimased kolm kuni neli aastakümnet rakendatud ITK ja pestitsiidide vähendamise programme [4].

Euroopa põllumajanduses järgitakse taimekaitse kasutamise vähendamise õigusakti. ITK vastuvõtmine kõigis liikmesriikide põllumajandusettevõtetes 2014. aastaks on Euroopa Liidu (EL) strateegia põhisammas, et leevendada pestitsiidide negatiivset mõju ja tagada kiire pestitsiidi jääkide kadumine Euroopa toidutoodangust [5]. ELi pestitsiidide säästva kasutamise temaatilise strateegia õigusaktid on suunatud peamiselt pestitsiidide kasutatavatele riikidele ja inimeste tervisele mõju minimeerimisele. Riiklike tegevuskavade lähenemisviis on ELi riikides ja Ühendkuningriigis erinev. Pestitsiidide säästvat kasutamist käsitlevas ELi raamdirektiivis on integreeritud kahjuritõrjes kaheksa üldpõhimõtet. Põhimõtet on järgmised: 1) ennetamine ja tõkestamine; 2) järelevalve; 3) otsuste tegemine; 4) mittekeemilised meetodid; 5) pestitsiidide valik; 6) vähendatud pestitsiidide kasutamine; 7) resistentsusevastased strateegiad; 8) hindamine [6].

1.1.1. Fungitsiidide kasutamine põllumajanduses

Fungitsiidid on ained, mida kasutatakse taimede või seemnete seeninfektsioonide ennetamiseks või likvideerimiseks. Enamikul fungitsiididest on madal kuni mõõdukas toksilisus nii taimedele, kui putukatele [7]. Taimedel on mitmeid tuhandeid patogeenseid seeni, mis suudavad rünnata, asustada ja kahjustada taime. Edukad haigustekitajad võivad sobivate keskkonnatingimuste korral põhjustada märkimisväärset majanduslikku kahju. Põllumajandustootja jaoks igasugused patogeenid, mis mõjutavad saagikust või toodangu kvaliteeti põhjustavad kasumi vähenemist [8].

Jaapani uuringust selgus, et ajavahemikus (1962–2014) oli kõige enam kasutatud fungitsiid klorotaloniil maksimaalse kasutuskogusega 1795 tonni aastas. Kõige vähem kasutati mükobutaniili, mille maksimaalne tarbimiskogus oli 8 tonni aastas sama aruandeperioodi jooksul. Üldiselt jõudis enamiku fungitsiidide kasutamine tippu 1980. aastate ja 2000. aastate alguse vahel [9]. Vastavalt Eesti statistikale ajavahemikus (1992-2020) oli maksimaalne fungitsiidi kasutuskogus on olnud 117 tonni aastal 2017. Kõige vähem kasutati aastal 1999, ning koguseks oli 7 tonni. Järsk fungitsiidi kasutuse tõus toimus 2013 ja 2020 aastate vahel, kus kasutus kasvas 64 tonnist kuni 107 tonnini aastas [10].

Fungitsiidid on ülemaailmse toiduga kindlustatuse jaoks hädavajalikud ja prognoositakse nende kasutamise intensiivistumist, et saagid ja toodang oleks veelgi suuremad ning saagi langused minimaalsed [11]. Fungitsiidid võivad jõuda veeökosüsteemidesse ja jääda kogu kasvuperioodi vältel põllumajandusliku ala pinnaveekogudesse nende sagedase kasutamise tõttu. Võrreldes herbitsiididega ja insektitsiididega on fungitsiidide kokkupuudet veega ja mõju elusorganismidele vähem uuritud ning sellele vastavalt vähem tähelepanu pööratud. Fungitsiidid võivad olla väga mürgised paljudele organismidele ja kujutada ohtu vee-elustikule [12].

1.1.2. Fungitsiid asoksüstrobiin

Asoksüstrobiin (strobiluriin) avastati Euroopas levinud seeneliikide *Oudemansiella mucida* ja *Strobilurus tenacellus*'e uurimisel. Välimuselt on nad väikesed valged või pruunid ja kahvatud seened, mitte suuremad kui paar sentimeetrit, neid seeni hakati uurima nende märkimisväärse enesekaitse võime eest [13]. Need seened toodavad kahte looduslikku ainet, *strobiluriini* ja *oudemansiini*, mis sisaldavad sekreeti, mille tagajärjel saavutatakse märkimisväärne kaitse. Need ained võimaldavad seentel hoida oma konkurente distantisl ja vajadusel likvideerida neid kontaktil seenega. Seente kaitsemehhanismi uurimise põhjal sünteesiti asoksüstrobiin. Pärast mõlema aine eksperimentaalanalooži sünteesimist (üle 1400 testitud) leiti, et asoksüstrobiin on kõige aktiivsem ja stabiilsem kombinatsioon. Molekul sünteesiti esmakordselt dr Christopher Godfrey Jealott Hilli rahvusvahelises uurimiskeskuses Bracknellis (Suurbritannias) ning sellega pandi alus Amistar tehnoloogiale [13].

Asoksüstrobiinil on positiivne ökotoksikoloogiline profiil, mis vastab põllumajandusliku nõudluse ootustele. Vastavalt sellele on mürgisus imetajatele, lindudele, mesilastele ja teistele putukatele ning vihmaussidele madal [14]. Kuid veeorganismidele klassifitseeritakse teda väga mürgiseks ja peamine lagunemisprodukt (R234886) on neile väga kahjulik. Uuringud näitavad, et asoksüstrobiin võib leostuda muldades, kui pestitsiidiga pritsimist teostada pika aja jooksul ja seeläbi kujutada endast potentsiaalset ohtu veekeskkonnale ja joogiveevarudele [15].

Azoksüstrobiini kasutatakse laialdaselt põllumajanduses, eriti nisu tootmises, riisi kasvatamisel, viinamarja kasvatuses, banaani kasvauses, pipra kasvatuses jne [16]. Lisaks ilutaimede erinevate haiguste vastase toimega mitmekülgne fungitsiid. Fungitsiidi kasutatakse näiteks, riisipõletiku, erinevate roostete, jahukaste, hallitusseente ja selliste seenete nagu *Ascomycota*; *Septoria*; *Deuteromycota*; *Püricularia*; *Oomycota*; *Basidiomycota*; triip rooste; sealhulgas nisupähiku rooste (*Puccinia recondita*) ja rukki leherooste (*Puccinia trititica*) vastu [17]. Lisaks taimehaiguste eest kaitsvale toimele, on asoksüstrobiinil teisigi eeliseid. Näiteks taimede klorofüllisisalduse märkimisväärne suurenemine ja vegetatsiooniperioodi pikenemine, mis annab taimele pikemat aega suurema saagi moodustamiseks [18].

1.2. Fungitsiidide mõju lüljalgsetele

Põllukultuurisüsteemide mitmekesisus loob teatud tüüpi heterogeensuse, mis võib tugevalt mõjutada agroökosüsteemides elavate liikide mitmekesisust ja sellest tulenevalt nende pakutavaid ökosüsteemiteenuseid [19]. Fungitsiidid ei mõjuta kasulikke putukaid otseselt, vaid kasurite populatsioonide vähenemine võib olla seotud harimistavade muutumisega [20]. Fungitsiidide otsene mõju kasulike mitte-sihtorganismide (jooksiklased, tolmeldajad, lestad, tolmeldajad) suremusele, põhikäitumisele, morfoloogia ja füsioloogia muutumisele pole otseselt ilmnunud, vaid on mõjutatud koos agroökosüsteemide valikuga [21].

Fungitsiidid on küll väljatöötatud seenhaiguste tõrjeks, kuid paratamatult kontakteeruvad nendega ka kasulikud putukad ja muud organismid. Kontakt toimub erinevatel viisidel, kuid peamised on otseselt pritsmete peale sattumisega või kaudselt, ehk töödeldud taimeosadega kokkupuutel ning läbi saagi ehk preparaadist mõjutatud putukate kaudu, kes on saagiks

kasulikele röövtoidulistele putukatele. Selle tulemusel hakati uurima erinevate fungitsiidide insektitsiidseid omadusi, et veenduda nende ohutuses või kahjulikkuses [22].

Erinevates uuringutes selgus, et mõningad fungitsiidid (nt. pürasofos) mõjutavad lehetäisi, erinevaid parasitoide ja lehetäide vaenlaseid ehk kasulikke röövtoidulisi putukaid (jooksiklased, lühitiibalsed), kes toituvad fungitsiidist mõjutatud lehetäidest ning kaotasid märkimisväärselt populatsiooni arvukuses kuna reproduktsiooni võimekus oli häiritud [23]. Otsest mõju suremusele kasulike lülilalgsete loomade seas ei olnud märgatud, kuid olid mõningad pestitsiidid, mille erinevad kogused võisid mõjutada lülilalgseid subletaalselt ning sellega kaasnesid morfoloogilised ja füsioloogilised muudatused loomades [24].

Kõige rohkem mõjutavad fungitsiidid mesilasi ja kimalasi, vähendades nende arvukust. Eriti ohtlikuks on osutunud klorotaloniil, üldotstarbeline fungitsiid. Kuigi enamik fungitsiide on mesilastele suhteliselt mittetoksilised, on teada, et paljud neist interakteeruvad insektitsiididega, mis suurendab oluliselt viimaste toksilisust. Kuna talud kasutavad nii insektitsiide kui ka fungitsiide, on teadlased nende koostoime pärast mures [25].

1.3. Jooksiklaste taimekaitseiline tähtsus

Jooksiklased on mardikaliste seltsi üks suuremaid ja arvukamaid perekondi. Maailmas teada olevate liikide arv jääb erinevatel hinnangutel vahemikku 25 000 kuni 50 000, sealhulgas enam kui 3000 tuntud liiki Euroopas [26:27]. Avastatud liikide arv kasvab igal aastal [26:27]. Jooksiklasi eristatakse värvuse, toitumise, kehakuju, morfoloogia, kehapiinna struktuuri, suuruse, elupaiga ja muu järgi. Värvuselt saab neid jagada kaheks ning selle järgi saab määrata ka nende eluviisi. Tumedat värvi on enamasti öise eluviisiga ja heledad sillerdava, silmatorkava mustriaga jooksiklased on päevase eluviisiga [28:29].

Röövtoidulised jooksiklased on tänu oma suurele liigilisele mitmekesisusele ja arvukusele põhilised taimekahjurite looduslikud vaenlased [30]. Nad toituvad mitmesugustest selgrootutest, kes on mõnikord suuremad, kui mardikad ise. Mardikad jälitavad aktiivselt oma saaki. Mardikad toituvad lehetäidest, erinevate kahjurite vastsetest, tuhatjalgsetest ja röövikutest. Mardikad söövad ka tiguseid ja nälgjaid. Tänu võimsatele lõugadele, mis võimaldavad neil avada putukate kitiinseid kestasid ja väikeste molluskite kitiinseidkestasid. Paljudel jooksiklaste liikidel on sooleväline seedimine – seedenõret lastakse suu kaudu ohvri

kehasse ning mõneaja möödudes poolseedunud ohver süüakse ära [31]. Jooksiklaste seas on segatoidulisi liike ja isegi neid, kes toituvad ainult taimedest. Jooksiklased pole toidu suhtes valivad ning nende suur söögiisu annab neile suure taimekaitselise tähtsuse umbrohu- ja kahjuritõrjes. Nad söövad suuremal määral umbrohuseemned, sest seemnetes on palju tähtsaid toitaineid (mineraalid 2-4%, tärklis, valgud, rasvad), kohati isegi rohkem, kui loomsest toidus [32].

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Katseloomad

Katseloomadena kasutati röövtoidulisi metsa-süsijooksikuid (*Pterostichus oblongopunctatus*). Nende kehapikkus jääb tavaliselt vahemikku 9–12 mm. Liik on levinud üle kogu Euraasia [33]. Tegemist on metsaliigiga, keda võib leida nii lehtpuu- kui ka okaspuumetsadest [34]. Metsa-süsijooksik eelistab kergeid, kuivi ja peamiselt happelisi muldi. Metsa-süsijooksikud on öösel valdavalt aktiivsemad, kuid mõningatel juhtudel tegutsevad ka päeval. Järglaste ilmale toomine toimub kevadel ning uus põlvkond on aktiivne sügisel [35].

Mardikad koguti hilissügisel Lõuna-Eestist nende talvituskohtadest. Seejärel hoiustati neid katsete alguseni 200 × 300 × 100 mm plastkarpides, mis olid täidetud pruunmädaniku poolt lagundatud puidu niiskete tükkidega, temperatuuril +5 °C. Enne katseid hoiti mardikaid 4 päeva üksteisest eraldi toatemperatuuril ja iga päev anti neile destilleeritud vett.

2.2. Fungitsiid Amistar

Taimekaitsevahend Amistar 250 SC on asoksüstorbiini toimeainega ning laia toimespektriga strobiluriinfungitsiid, seenhaiguste tõrjeks. Parim tulemus saadakse, kui pritsitakse enne haiguse lööbimist või haiguste varases aktiivses arengufaasis [36].

2.3. Katse kirjeldus

Katseloomade töötlemiseks kasutati sissekastmismeetodit - töödeldav grupp loomi kasteti 5 sekundiks uuritavasse lahusesse. Kontrollrühma mardikaid kasteti ühekordselt, destilleeritud veega. Fungitsiidiga mõjutatud mardikatel, kasutati fungitsiidi Amistar, mille toimeaineks on asoksüstrobiin 250 g/L, mõjutati jooksiklasi samuti esimesel päeval ühekordselt. Kahel katserühmal kasutati kahte erinevat fungitsiidi kontsentratsiooni: esimesel rühmal

minimaalset põllukontsentratsiooni 0,25 g/L ja teisel rühmal maksimaalset põllukontsentratsiooni 1,25 g/L. Igas uuritavas rühmas oli 20 looma.

2.3.2. Mardikatte toitumis- ja lokomotoorse aktiivsuse mõõtmine

Töötluste järgselt paigutati katsemardikad üksikult Petri tassidesse (läbimõõduga 92 mm). Petri tassid asetati kontrollitud tingimustega (temperatuur 21 °C, valgustugevus 1000 lx) ruumi ning filmimiseks kasutati kasutades Deput Videocapture (NCH Software, USA) programmi ja HD kaameraid (Logitech Inc., USA).

Katsemardikate käitumist filmiti kahel järjestikusel päeval. Vahetult pärast töötlust toimus esimene filmimine, mis oli kaks tundi pikk ning seejärel filmiti katsealuseid kaks tundi toiduga. Toiduks kasutati kahetiivaliste vastseid. 24 tundi pärast töötlust filmiti katsemardikaid uuesti kaks tundi ilma ja kaks tundi koos toiduga.

2.4. Andmete analüüs

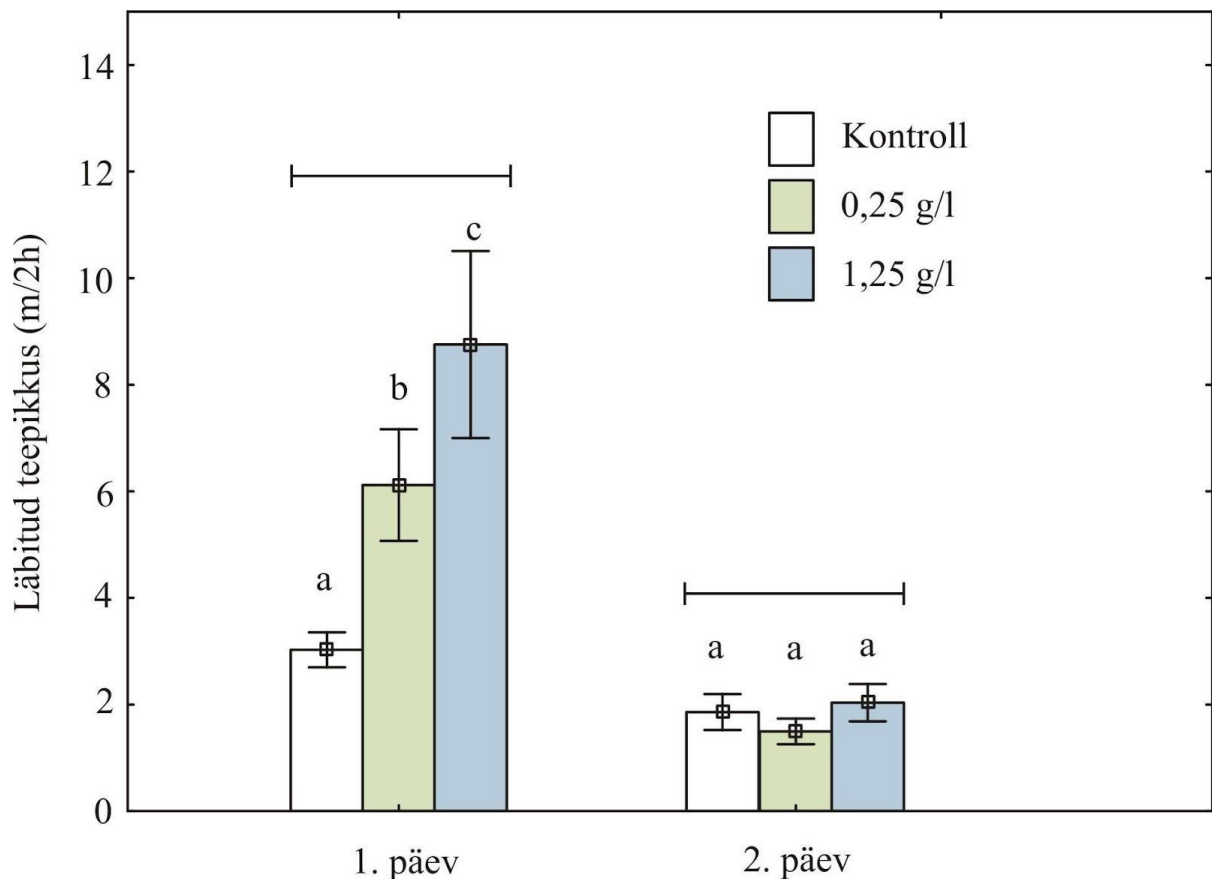
Salvestatud videofailide analüüsimiseks kasutati spetsiaalset arvutitarkvara EthoVision XT versioon 11 (Noldus Information Technology, Wageningen, Holland), mille abil mõõdeti järgmisi parameetreid – lokomotoorset aktiivsust väljendatuna läbitud tee pikkusena, toiduallika külastuste arvu ning toiduallika juures viibimise aega. Katseandmed analüüsiti, kasutades programme Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corp., USA 2013) ja STATISTICA 13 (TIBCO Statsoft, Inc., USA 2014). Tarbitud toidu määrade ja lokomotoorse aktiivsuse võrdlemisel kasutati dispersioonanalüüsi ANOVA testi LSD $p < 0,05$.

3. TULEMUSED

3.1. Fungitsiidi mõju jooksiklaste lokomotoorsele aktiivsusele

Lokomotoorse aktiivsuse jälgimist viidi läbi kontrollmardikate ja fungitsiidiga töödeldud mardikatega. Jooksiklasi filmiti kahe päeva vältel, kahel korral 2h järjest, jättes filmimiste vahele 24 tundi. Lokomotoorse aktiivsuse näitajana vaadeldi mardikate poolt läbitud keskmist teepikkust (meeter) 2 tunni jooksul.

Vahetult pärast fungitsiidiga töötlust muutusid mardikad hüperaktiivseteks. Kontrollrühma mardikad läbisid kahe tunni jooksul 3,0 m, kuid kangema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad läbisid sama ajaga 8,8 m, mis on 2,93 korda pikem vahemaa (joonis 1). Nõrgema fungitsiidi kontsentratsiooniga mõjutatud jooksiklaste poolt läbitud teekonna pikkus oli 6,1 m, mis on 2 korda pikem kui kontroll mardikatel. See erines omakorda statistiliselt ka kõrgema kontsentratsiooniga töödeldud mardikatest 1,44 korda. Teisel päeval olid jooksiklased taastunud ja käitusid sarnaselt kontrollrühma mardikatega. Kõik mardikad läbisid kahe tunni jooksul keskmiselt 1,8 m.

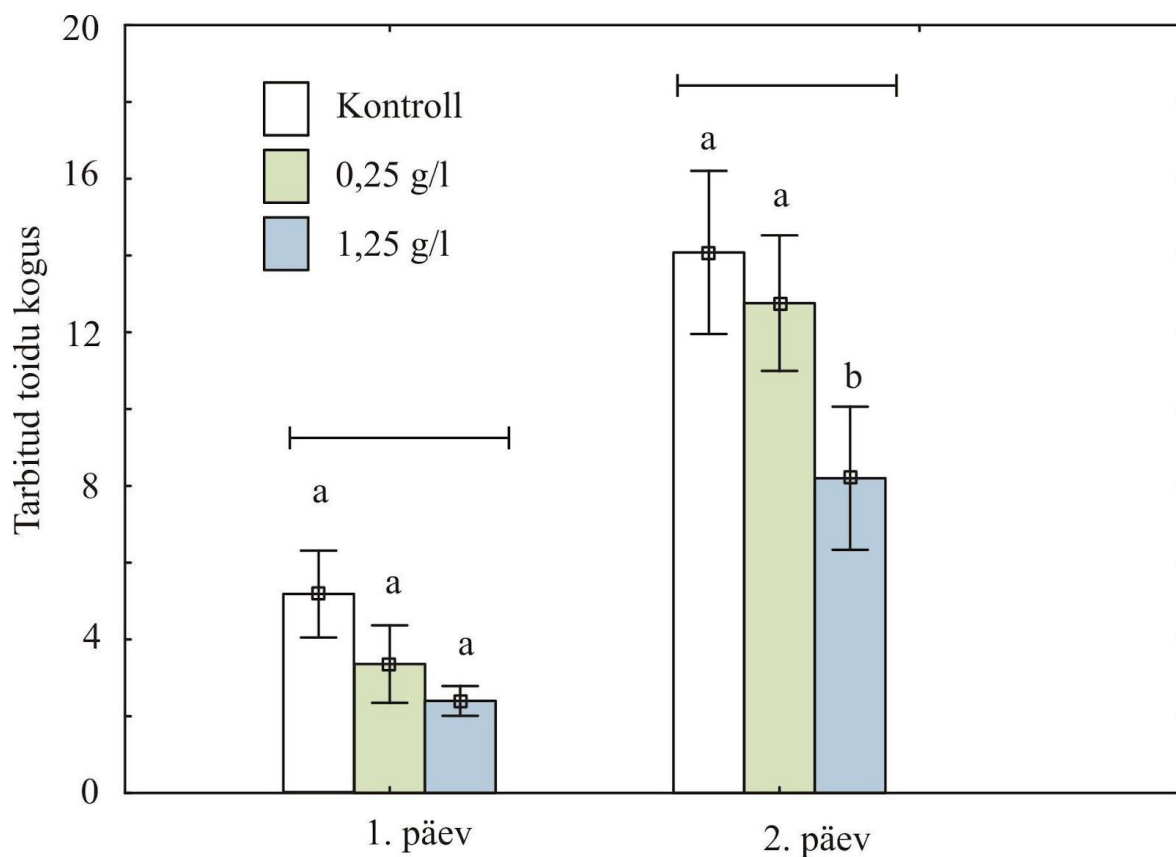


Joonis 1. Fungitsiid Amistar mõju metsa-süsijooksiku läbitud teepikkusele (m) esimesel ja teisel päeval. Erinevad tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel (ANOVA test; $p < 0,05$; $N=20$). Vertikaaljooned näitavad keskmist standardviga.

3.2. Fungitsiidi mõju jooksiklaste toitumisaktiivsusele

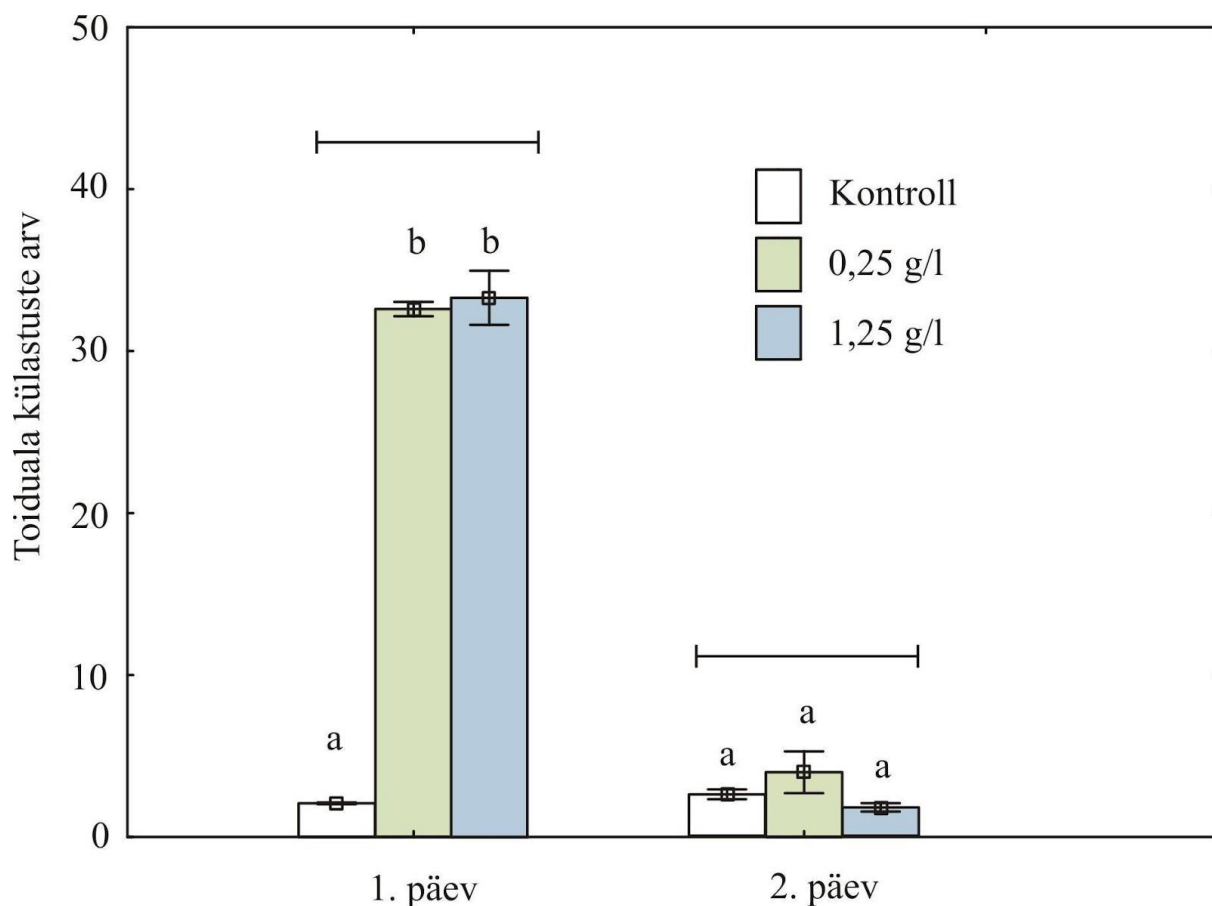
Jooksiklaste toitumisaktiivsuse jälgimine algas lokomotoorse aktiivsuse järel, mardikad olid samades tingimustes, erinevuseks oli lisatud toidunõu. Vaatlus kestis 2h päevas ja kaks päeva. Katse käigus mõõdeti kahte toitumist iseloomustavat parameetrit: tarbitud toidu kogus ja toiduala külastuste arv.

Esimesel päeval töötlusgruppide vahel statistiliselt olulist erinevust tarbitud toidu hulga ei täheldatud (keskmiselt 3,6 mg) (Joonis 2). Teisel päeval tarbisid fungitsiidi kangema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad statistiliselt vähem toitu (keskmiselt 1,64 korda vähem, 8,2 mg), kui kontroll ja lahjema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad (keskmiselt 13,45 mg).



Joonis 2. Fungitsiidi Amistar mõju metsa-süsijooksiku tarbitud toidu kogusele esimesel ja teisel päeval pärast töötlust. Erinevad tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel (ANOVA test; $p < 0,05$; $N = 20$). Vertikaaljooned näitavad keskmist standarddviaga.

Katsetulemused näitasid esimesel päeval, et fungitsiidiga töödeldud rühmade mardikad külastasid toiduala keskmiselt 15 korda rohkem, kui kontrollmardikad (keskmiselt külastati 2,08 korda) (joonis 3). Teisel päeval fungitsiidiga töödeldud rühmade külastuste arv statistiliselt ei erinenud kontroll mardikatest (keskmiselt 2,78 külastust).



Joonis 3. Fungitsiidi Amistar mõju metsa-süsijooksiku toiduala külastuste arvule esimesel ja teisel päeval. Erinevad tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahe (ANOVA test; $p < 0,05$; $N = 20$). Vertikaaljooned näitavad keskmist standardviga.

4. ARUTELU

Käesolevas bakalaureuse töös mõõdeti fungitsiidi Amistar mõju metsa-süsijooksiklaste (*P. oblongopunctatus*) lokomotsioonile ja toitumisele. Katsetulemused näitasid, et jooksiklaste töötlemine fungitsiidiga Amistar, toimeaine asoksüstrobiin sisaldusega 0,25 g/l ja 1,25 g/l (minimaalne ja maksimaalne lubatud põllukontsentratsioon), omas fungitsiid olulist mõju metsa-süsijooksiku liikumisaktiivsusele. Vahetult pärast töötlust muutusid mardikad hüperaktiivseteks. Kontrollrühmaga võrreldes suurenes nõrgema kontsentratsiooniga töödeldud mardikate liikumisaktiivsus 2 korda ning tugevama kontsentratsiooniga mardikatel suurenes pea 3 korda. Lige 2018, bakalaureusetöö tulemused näitasid, et fungitsiidi Orius 250 EW (toimeaine tebukonasool) avaldas mõju metsa-süsijooksikutele muutes nad hüpoaktiivseteks, kui neid mõjutati maksimaalse põllu kontsentratsiooniga ning hüperaktiivseteks, kui neid mõjutati minimaalse põllu kontsentratsiooniga [37]. Lokomotoorset hüperaktiivsust on täheldatud ka sebrakala *Danio rerio* maimudel pärast seda, kui nad olid kokku puutunud fungitsiidiga mepanipüriim. Sheng jt. 2020, katsed näitasid, et fungitsiid mepanipüriim suurendas sebrakala maimudel rakkude energia metabolismi, sünaptilist ülekannet ja skeletilihaste kokkutõmbumist, mis põhjustas lokomotoorse hüperaktiivsuse [39]. Crofton jt. 1988, läbiviidud katses ilmnas, et fungitsiid triadimefoon tekitas katses osalenud rottidel lühiajalist hüperaktiivsust [38]. Hüperaktiivsus sunnib mardikaid kulutama rohkem energiat. Mille tagajärjel peavad mardikad rohkem toitu hankima ja pikemalt ringi liikuma, mis teeb nad omakorda kergemaks saagiks teistele röövtoidulistele.

Fungitsiidi pärssiv mõju toidu tarbimisele avaldus alles teisel päeval. Esimesel päeval käisid mõlemad fungitsiidiga töödeldud mardikate rühmad keskmiselt 15 korda tihedamini toiduala juures, kui kontrollrühm, kuid tarbitud toidu kogus oli keskmiselt kõigil mardika rühmadel võrdne, see võis olla tingitud sellest, et loomad olid jätkuvalt hüperaktiivsed. Teisel päeval, kui mardikate hüperaktiivsus taandus oli ka toiduala külastus keskmiselt võrdne kõigil mardika rühmadel, kuid kangema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad tarbisid pea kaks korda vähem toitu, kui kontroll- ja nõrgema fungitsiidi lahusega töödeldud mardikad. Fungitsiidi pärssivat mõju toitumisele on täheldatud ka puuvillaöölaste *Spodoptera littoralis* röövikutel, kes toitusid asoksüstrobiiniga töödeldud lehtedel [40]. Kirjanduses võib leida ka vastupidiseid näiteid, kus asoksüstrobiin ei avalda mõju putukate toitumisele. Tamburini jt. 2021, viisid läbi katseid mesilastega ning ei täheldatud asoksüstrobiini poolt mingit mõju

söögiisu vähenemisele või populatsioonile, kui fungitsiid ei olnud koosmõjus teiste pestitsiididega [13].

Lokomotoorne üliaktiivsus ja pärsitud toitumisaktiivsus tähendab, et jooksiklaste biotõrjeline efektiivsus langeb ning nad ei ole võimelised piisavalt efektiivselt jahti pidada, et tagada endale piisav toituvajadus [41]. Toitumine on putukate sh. jooksiklaste puhul eriti oluline, sest sellest sõltuvad mitmed aspektid nende elus. Ellujäämisele lisaks, mõjutab toitumine veel jooksiklaste viljakust ja termoregulatsiooni, kuid ka liikumine pole vähem tähtsam, sest kui jooksiklane läbib liiga suurt teekonda lühikese ajaga fungitsiidi toimetel, ei märka ta saaki, ega reageeri õigeaegselt välistele ohtudele [28].

KOKKUVÕTE

Vältimaks põllumaaadel patogeenseid seeni, taimekahjureid ja umbrohtumust võetakse appi pestitsiidid. Euroopa Liidu tasandil on kehtestatud eesmärk vähendada senine intensiivne taimekaitsevahendite kasutus, asendades seda keskkonnasäästlike põllumajandusvõtetega, mis rikuks võimalikult vähe agroökosüsteeme ning soodustaks taimekahjustajate looduslikke tõrjemeetmeid, kuna põldudel puutuvad pestitsiididega kokku ka kasulikud röövtoidulised putukad, millega ohustatakse nende liigirikkust [1].

Fungitsiidide toime kasulikele röövlülijalgsetele üldjuhul pole letaalne, vaid subletaalne ehk võib avaldada otsest või kaudset mõju jooksiklaste füsioloogiale ja käitumisele. Selle tulemusena võib väheneda jooksiklaste arvukus ning nende biotõrjeline efektiivsus [2]. Siiani on fungitsiidide mõju kasurputukatele väga vähe uuritud, ning enamasti on uuritud vaid suremust ja koosmõju teiste taimekaitsevahenditega.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada fungitsiidi Amistar mõju metsa-süsijooksiku (*P. oblongopunctatus*) lokomotoorsele (läbitud teepikkus) ja toitumise aktiivsusele (toiduala külastuste arv ja tarbitud toidu kogus). Katsed viidi läbi asoksüstrobiinil põhineva fungitsiidi Amistar juhendil olevate kasutusnormide minimaalse (0,25 g/L) ja maksimaalse (1,25 g/L) kontsentratsioonidega ja destilleeritud veega. Mardikate mõjutamiseks kasutati sissekastmismeetodit, kestvusega 5 sekundit. Jooksiklaste käitumist filmiti veebikaamera abil pärast esimest töötlust. Filmimine kestis kaks päeva, 2 tundi päevas ilma toiduta ja toiduga. Erinevate parameetrite töötlemiseks ja analüüsimiseks kasutati EthoVision XT Version 11 ja STATISTICA 13.

Uurimistöö tulemused näitasid, et fungitsiidi asoksüstrobiinil põhinev fungitsiid Amistar omab märkimisväärset mõju jooksiklaste lokomotsioonile ja toitumisele. Vahetult pärast fungitsiidiga töötlust muutusid mardikad hüperaktiivseks. Nõrgema ja tugevama fungitsiidi kontsentratsiooniga töödeldud jooksiklaste läbitud teepikkus 6,1 m ja 8,8 m, mis on 2,0 ja 2,9 korda pikem vahemaa kui kontrollrühma mardikatel. Teisel päeval jooksiklased taastusid ja käitusid sarnaselt kontrollrühma mardikatega. Kõigi mardikarühmade läbitud teepikkus oli keskmiselt 1,8 m. Tugevama kontsentratsiooniga mõjutatud mardikatele mõjus fungitsiid toitumisele pärssivalt teisel päeval, jooksiklased tarbisid 1,64 korda vähem toitu, kui kontroll- ja nõrgema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad. Esimesel päeval tarbisid kõik rühmad statistiliselt võrdse koguse toitu. Toiduala külastuste arv näitas esimesel päeval, et

fungitsiidiga töödeldud rühmade mardikad külastasid toiduala keskmiselt 15 korda rohkem, kui kontroll mardikad (keskmiselt külastati 2,08 korda), mis võis olla tingitud jooksiklaste hüperaktiivsusest. Mida polnud näha katse teisel päeval, kus külastuste arv statistiliselt ei erinenud kontroll mardikatest (keskmiselt 2,78 külastust), mis võis olla tingitud sellest, et hüperaktiivsus taandus.

Käesoleva uurimistööle püstitatud hüpoteesid leidsid kinnitust. Taimekaitsevahend Amistar kutsus esile muutusi röövtoidulise metsa-süsijooksiku lokomotoorses aktiivsuses ja on pärssiva mõjuga toitumisaktiivsusele. Selliste muutuste tagajärg põhikäitumises võib väheneda jooksiklaste biotõrjelist efektiivsust.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Kromp, B.** (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74(1–3), 187–228 lk. [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880999000377>
2. **Bayley, M., Dell'Omo, G.** (2002). Basic behaviour: The use of animal locomotion in behavioural ecotoxicology. In *Behavioural Ecotoxicology*. John Wiley & Sons Ltd, 211-230 lk. [on-line] Springer.
3. **Peshin, R., Dhawan, A.K.** (2009). *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*. Springer, Dordrecht, 690 lk. [on-line] Springer.
4. **Peshin, R., Zhang, W.** (2014). *Integrated Pest Management and Pesticide Use*. Integrated Pest Management, 474 lk. [on-line] Springer.
5. **Hillocks, R.J.** (2012). Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture. *Crop Protection*, 85-93 lk. [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026121941100264X>
6. **Clark, B., Hillocks, R.** (2013). *Integrated Pest Management for European Agriculture*. 3. 73-97 lk. [on-line] Springer.
7. **Gupta, P.K.** (2018). *Veterinary Toxicology (Third Edition) - Chapter 45 - Toxicity of Fungicides*. Academic Press, 569-580 lk. [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128114100000453>
8. **Oliver, R., Hewitt, H.G.** (2014). *Fungicides in crop protection: Second edition*. Fungicides in Crop Protection: Second Edition. 1-190 lk. [on-line] cabi
9. **Kaonga, C.C., et al.** (2018). Trends in usage of selected fungicides in Japan between 1962 and 2014: a review. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 15, 1801–1814 lk. [on-line] Springer.
10. **FAO.** (s.a). *FAO Pesticide Use* [veebileht] (12.08.2021)
http://www.fao.org/faostat/en/?fbclid=IwAR2iPtB-Xm5Qmc9_m_n_12CmI5mMNZ5kNQeYhqwZoY-ugEU2QoQv2jCVEMM#data/RP
11. **Ridgway, R.L., Tinney, J.C., MacGregor, J.T., Starler, N.J.** (1978) Pesticide use in agriculture. *Environ Health Perspect.* 103-112 lk. [e-ajakiri]
<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf/10.1289/ehp.7827103>
12. **Zubrod, J.P., et al.** (2019). Fungicides: An Overlooked Pesticide Class? *Environmental Science & Technology*. [e-ajakiri] <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.8b04392>

13. **Sundravadana, S., Alice, D., Kuttalam, S., Samiyappan R.** (2007). Efficacy of azoxystrobin on *Colletotrichum gloeosporioides* penz growth and on controlling mango anthracnose. *J Agric Biol Sci.* [e-ajakiri]
http://www.arpnjournals.com/jabs/research_papers/rp_2007/jabs_0507_48.pdf
14. **Tamburini, G., et al.** (2021). Sulfoxaflor insecticide and azoxystrobin fungicide have no major impact on honeybees in a realistic-exposure semi-field experiment. *Science of The Total Environment*, 778. [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721011517>
15. **Zafar, M.I., et al.** (2012). Ecological impacts of time-variable exposure rgimes to the fungicide azoxystrobin on freshwater communities in outdoor microcosms. *Ecotoxicology* (London, England). [e-ajakiri] <https://link.springer.com/article/10.1007/s10646-012-0856-9>
16. **Pérez, L., Hernández, A., Hernández, L., Pérez, M.** (2002). Effect of trifloxystrobin and azoxystrobin on the control of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on banana and plantain. *Crop Protection.* [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219401000552>
17. **Mpofu, E., et al.** (2021). Azoxystrobin amine: A novel azoxystrobin degradation product from *Bacillus licheniformis* strain TAB7. *Chemosphere.* [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653521001326>
18. **Zhang, Y-J., Zhang, X., Chen, C-J., Zhou, M-G., Wang, H-C.** (2010). Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology.* [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357510000647>
19. **Puech, C., Poggi, S., Baudry, J. et al.** (2015). Do farming practices affect natural enemies at the landscape scale?. *Landscape Ecol*, 30. 125–140 lk. [e-ajakiri]
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-014-0103-2>
20. **Markó, V., et al.** (2017). Landscapes, orchards, pesticides—Abundance of beetles (Coleoptera) in apple orchards along pesticide toxicity and landscape complexity gradients. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880917302815>
21. **Chiverton, P., Wallin, H.** (1997). The development of laboratory and semi-field methods to test the effects of pesticides on predatory beetles. IAEA, Department of Entomology.

[e-ajakiri]

https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/036/28036678.pdf

22. **Theiling, K.M., Croft, B.A.** (1988). Pesticide side-effects on arthropod natural enemies: A database summary. Agriculture, Ecosystems & Environment. [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0167880988900886>
23. **Sotherton, N. et al.** (1987). The effects of the foliar fungicide pyrazophos on beneficial arthropods in barley fields. Annals of Applied Biology, 111. [e-ajakiri]
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.1987.tb01435.x>
24. **Jansen, J-P.** (2002). Effects of wheat foliar fungicides on the aphid endoparasitoid *Aphidius rhopalosiphi* DeStefani-Perez (Hym., Aphidiidae) on glass plates and on plants. Journal of Applied Entomology. [e-ajakiri]
https://www.researchgate.net/publication/229628268_Effects_of_wheat_foliar_fungicides_on_the_aphid_endoparasitoid_Aphidius_rhopalosiphi_DeStefani-Perez_Hym_Aphidiidae_on_glass_plates_and_on_plants
25. **McArt, S., Urbanowicz, C., Mccoshum, S., Irwin, R., Adler, Lynn.** (2017). Landscape predictors of pathogen prevalence and range contractions in US bumblebees. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. [e-ajakiri]
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5719184/>
26. **Савицкий, В.Ю.** (2008). Жужелицы. Железное дерево — Излучение. 117 лк. [on-line] Большая российская энциклопедия
27. **Щербаков А. Н., Никитский Н. Б., Полевой А. В., Хумала А. Э.** (2013) К фауне жесткокрылых насекомых заповедника «Пасвик» (Insecta, Coleoptera). Вестник МГУЛ - Лесной вестник. 16-21 лк. [e-ajakiri] <http://oopt.aari.ru/ref/1377>
28. **Лер, П.А.** (1989). Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. III. Жесткокрылые, или жуки Ч. 1. 572 лк. [on-line] Рипол Классик.
29. **Багирова, И.А.К.** (2014). Роль жужелиц в естественных и антропогенных экосистемах Самурского бассейна. Влияние хозяйственной деятельности человека на население жужелиц. Редкие виды жужелиц. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 16 (5-5). [e-ajakiri] <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zhuzhelits-v-estestvennyh-i-antropogennyh-ekosistemah-samurskogo-basseyna-vliyanie-hozyaystvennoy-deyatelnosti-cheloveka-na>
30. **Zygmunt, P.M., Maryański, M., Laskowski, R.** (2006) Body mass and caloric value of the ground beetle (*Pterostichus oblongopunctatus*) (Coleoptera, Carabidae) along a

- gradient of heavy metal pollution. Environ Toxicol Chem. [e-ajakiri]
<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1897/05-580R.1>
31. **Антоненко О.П.** (1980) Биологические особенности хищных жуужелиц и их роль в снижении численности вредной черепашки (*Eurygaster integriceps*) в Саратовской области, Т. 59, Вып. 11.-С. 1634-1643 lk. [on-line] Зоологический журнал.
 32. **Kulkarni, S., Dosdall, L., Willenborg, C.** (2015). The Role of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Weed Seed Consumption: A Review. Weed Science, 63(2), 355-376 lk. [e-ajakiri] <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/role-of-ground-beetles-coleoptera-carabidae-in-weed-seed-consumption-a-review/8F08770311A1029083D50A373D90CF61>
 33. **Löbl, I., Smetana, A.** (2003). Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 1: Archostemata–Myxophaga–Adephaga, 1st edn. ApolloBooks, Stenstrup, Denmark. [e-ajakiri]
<https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/382416>
 34. **Fritze, M-A., Hannig, K.** (2010). Verbreitung und Ökologie von *Leistus montanus* Stephens, 1827 in Deutschland (Coleoptera: Carabidae). Angewandte Carabidologie, 9. 39-50 lk. [e-ajakiri]
https://www.researchgate.net/publication/265849762_Verbreitung_und_Okologie_von_Leistus_montanus_Stephens_1827_in_Deutschland_Coleoptera_Carabidae
 35. **Lindroth, C.H.** (1986). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark, Volume 1. Fauna Entomologica Scandinavica. 226 lk. [on-line] Brill
 36. Syngenta. (s.a) Amistar 250 SC [veebileht] <https://www.syngenta.ee/product/crop-protection/fungitsiid/amistar> 28.04.2021
 37. **Lige, H.** (2018). Fungitsiidi Orius 250 EW mõju metsa-süsijooksiku põhikäitumistele. Bachelor's thesis, Eesti Maaülikool. [e-ajakiri]
https://dspace.emu.ee/bitstream/handle/10492/4096/Lige_Hannes_PS_bak_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 38. **Crofton, K. M., Boncek, V. M., & Reiter, L. W.** (1988). Hyperactivity induced by triadimefon, a triazole fungicide. Fundamental and Applied Toxicology, 10(3). 459-465 lk. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0272059088902928>
 39. **Shen, C., Zhou, Y., Tang, C., He, C., & Zuo, Z.** (2020). Developmental exposure to mepanipyrim induces locomotor hyperactivity in zebrafish (*Danio rerio*) larvae. Chemosphere. 256 lk. [e-ajakiri]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520312996>

40. **El-Kholy, R. M., El-Bamby, M., & El-Hassawy, M.** (2018). Side effects of azoxystrobin and tebuconazole fungicides on cotton leaf worm *spodoptera littoralis* (lepidoptera: noctuidae) under laboratory conditions. *Al-Azhar Bulletin of Science*, 29(1-C). 25-33 lk. [e-ajakiri] https://journals.ekb.eg/article_33761.html
41. **Raupach, M., Hannig, K., Moriniere, J., Hendrich, L.** (2020). A DNA barcode library for ground beetles of Germany: the genus *Pterostichus* Bonelli, 1810 and allied taxa (Insecta, Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys*. [e-ajakiri] https://www.researchgate.net/publication/344941299_A_DNA_barcode_library_for_ground_beetles_of_Germany_the_genus_Pterostichus_Bonelli_1810_and_allied_taxa_Insecta_Coleoptera_Carabidae

LISAD

LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Mark Vasin, (08.05.1997), annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö „Fungitsiidi Amistar mõju jooksiklaste liikumisaktiivsusele ja toitumisele“, mille juhendajad on Anne Must PhD ja Karin Nurme MSc,

1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
 2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
 3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
- kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(allkiri)

Tartu, 16.08.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)